

## EKONOMSKA ANALIZA PRIMJENE FOTONAPONSKOG SUSTAVA

mr. sc. Maristela Primorac, dipl. oec.

Sjenjak 21, 31 000 Osijek, Hrvatska

Mobitel: 00385 98 9594887

e-mail: [maristela.primorac@gmail.com](mailto:maristela.primorac@gmail.com)

### SAŽETAK

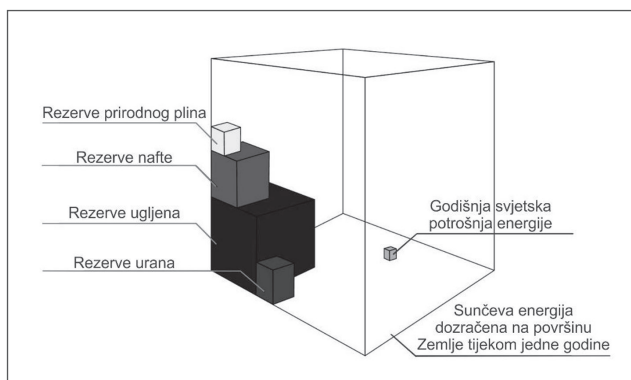
*Vjetar, sunce, voda, biomasa, geotermalni izvori – veliki potencijal obnovljivih izvora energije – potpuno su besplatni i neiscrpn. Iz navedenih izvora moguće je proizvesti električnu i toplinsku energiju potrebnu čovjeku za suvremeni način života i rada. Prilikom procesa proizvodnje električne energije i topline ne zagađuje se okoliš. Republika Hrvatska, naročito pojedini njezini dijelovi, zbog visokog broja sunčanih dana te pogodne geografske lokacije imaju izuzetno povoljne prirodne uvjete za proizvodnju električne energije iz fotonaponskih sustava. Tehnički iskoristiv potencijal za fotonaponske i solarne toplinske sustave velik je, ali nažalost samo djelomično iskorišten. Takvi se sustavi najčešće integriraju u postojeće građevine da pritom ne zauzimaju korisno zemljište. Republika Hrvatska svake godine raspisuje godišnje kvote za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora koje su nedovoljne i na taj se način smanjuje interes investitora da ulaze u tržišnu utakmicu s energijom jer im investicija nije sigurna. Narednih godina očekuje se povećanje kvota, no osim toga potrebna je investicija distributera u postojeću infrastrukturu, odnosno potrebno je poboljšati upravljanje energetske resursima. Korištenjem obnovljivih izvora energije smanjuje se zagađenje okoliša i emisije štetnih plinova.*

**Ključne riječi:** obnovljivi izvori energije; fotonaponski sustavi; električna i toplinska energija

## 1. UVOD

Svjesnošću ljudi o potrebi zaštite i očuvanja okoliša svakom godinom povećavaju se ulaganja u energiju dobivenu iz obnovljivih izvora. Prilikom diskusija o obnovljivim izvorima energija, energija Sunca nalazi se u centru pažnje. Sunčeva energija kontinuirano dolazi na Zemlju koja se vrti oko svoje osi i oko Sunca. Sunčevo je zračenje na Zemljinu površinu promjenjivo, promatra se na dnevnoj i sezonskoj bazi.

**Slika 1. Svjetska potrošnja energije uspoređena sa svim rezervama fosilnih goriva i potencijalnom godišnjom Sunčevom energijom**



Izvor: Krauter, 2006.

Uvođenjem poticaja za proizvedenu energiju iz obnovljivih izvora u svim razvijenim zemljama svijeta, fotonaponski sustavi postali su vrlo isplativi, odnosno vrijeme povrata investicije u fotonaponske sustave postalo je kratko i konstantno se smanjuje. U zadnjih nekoliko godina ta industrija raste po stopi od 40 % godišnje, a fotonaponska tehnologija stvara tisuće novih radnih mjesta na lokalnim razinama.

Još od 2004. godine Europa je predvodnik na globalnom tržištu fotonaponskih instalacija. U 2010. godini Europa zauzima oko 40 % globalnog tržišta, a zemlje koje su razvile najbolje sustave potpore za fotonaponske instalacije su: Njemačka, Španjolska, Italija, Francuska, Češka itd. (Majdandžić, 2010.)

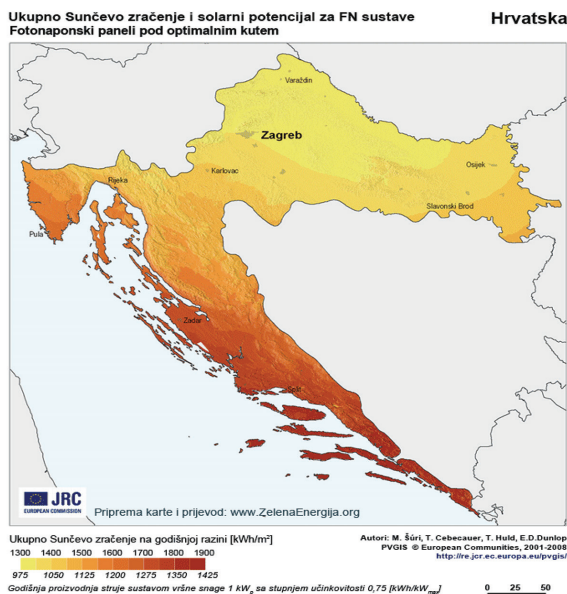
## 2. HRVATSKA KAO POTENCIJAL U PROIZVODNJI ELEKTRIČNE ENERGIJE

Energija Sunčevog zračenja u Hrvatskoj se najvećim djelom iskorištava u vidu fotonaponskih elektrana.

Zbog svog geografskog položaja i raznolikosti Hrvatska ima veliki potencijal u iskorištavanju Sunčeve energije. Jedni od razloga koji su vrlo značajni u razvoju fotonaponskih sustava su bogatstvo regije i informiranost korisnika, tako da se do sada najviše fotonaponskih sustava nalazi na sjeverozapadu Hrvatske, a Dalmacija je trenutno najslabije razvijena, iako ima najveći potencijal gledano na njezin geografski položaj. Najveća je solarna elektrana Kanfanar 1 u Istri snage 1 MW.

Upotreba obnovljivih izvora energije, u smislu sunčanih elektrana za proizvodnju struje i toplinske energije, mogla bi biti dobro rješenje za naseljene otoke. Time bi otoci postigli energetska neovisnost te bi se uštedjelo na troškovima distribucije. Vrlo bitni ograničavajući faktori pri upotrebi obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj su zastarjela infrastruktura distributerske mreže te mnogobrojni zakonski propisi i kvote. Zbog niskih godišnjih kvota za proizvodnju električne energije javlja se sve manji interes investitora za ulaganjem. Trenutno je Hrvatska pri dnu ljestvice među članicama Europske unije u proizvodnji električne energije, mada se očekuje veliki rast zbog očekivanog pada cijene tehnologije i povećanja godišnjih kvota.

**Slika 2. Ukupno Sunčevo zračenje i solarni potencijal za fotonaponske sustave za područje Republike Hrvatske**



Izvor: [http://www.solarenergy-miro.com/images/g\\_opt\\_hr.jpg](http://www.solarenergy-miro.com/images/g_opt_hr.jpg)

### 3. FOTONAPONSKI SUSTAVI

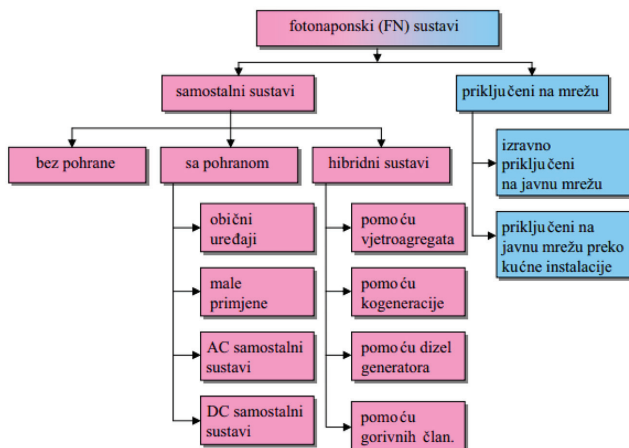
Sustavi koji primaju Sunčevu energiju i pretvaraju je u električnu energiju nazivaju se fotonaponski sustavi.

Postoje dva glavna tipa fotonaponskih sustava:

1. sustavi spojeni na javnu mrežu – *mrežni sustavi* (eng. *on-grid*)
  - Pripadaju distribuiranoj proizvodnji električne energije. Oni omogućuju povezivanje distribuiranih sustava na centralizirane sustave.
2. sustavi koji nisu spojeni na javnu mrežu – *otočni sustavi* (eng. *off-grid*)
  - Sustavi koji mogu biti sa ili bez pohrane energije te nisu povezani s mrežom, što im pruža samostalnost u određivanju strukture sustava prema potrebama, mogućnostima i lokalnim pogodnostima.

Fotonaponski sustavi ne proizvode buku, nemaju pokretnih dijelova i ne ispuštaju onečišćujuće čestice u okoliš.

**Slika 3. Osnovna podjela fotonaponskih sustava**



Izvor: Majdandžić, 2012.

### 4. PRIMJENA MREŽNIH FOTONAPONSKIH SUSTAVA

Postoje dva načina primjene mrežnih fotonaponskih sustava:

1. Sva proizvedena električna energija predaje se u mrežu – ovaj je način priključka najčešći oblik u kojem proizvođač električne energije svu dobivenu energiju iz fotonaponske elektrane predaje u distribucijsku mrežu.
2. Višak električne energije predaje se u mrežu – ovaj će način priključka svakako biti popularniji u bliskoj budućnosti, a definiran je na način da energiju dobivenu iz fotonaponske elektrane predaje u distribucijsku mrežu.

ponske elektrane prvo koristimo za vlastite potrebe, a eventualni višak proizvedene električne energije predajemo u distribucijsku mrežu. U ovom slučaju otkupna cijena ovisi o tome imate li ugovor s HROTE-om ili ne.

Postupak izgradnje fotonaponskog sustava, odnosno solarne elektrane počinje izradom tehno-ekonomske analize kojom se utvrđuje isplativost ulaganja. Investitor će na osnovu dobivenih rezultata donijeti odluku o izgradnji fotonaponske elektrane. Nakon donesene odluke prvi je korak izrada elektrotehničkog projekta od ovlaštenog inženjera i predaja zahtjeva HEP-u koji izdaje prethodnu elektroenergetsku suglasnost. Nakon ishoda svih dozvola slijedi izgradnja i montiranje od ovlaštene firme.

### **Proračuni za postavljanje male solarne elektrane od 10 kW**

**Investicija:** 10 500 kn/kWp instalirane snage (10 kW\*10 500 kn=105 000 kn)

**Otkupna cijena:** 2,6290 kn/kWh – ako postavite kogeneracijski sustav koji dodatno izade oko 20 000 kn (Kogeneracijski sustav je sustav koji uz već navedenu proizvodnju električne energije istovremeno proizvodi i korisnu toplinsku energiju, npr. solarni toplinski sustav.)

**Rok povlaštene cijene:** 14 godina, a rok trajanja fotonaponske elektrane 20 – 25 godina

Dodatna je investicija u životnom vijeku elektrane izmjenjivač (inverter) čiji je rok trajanja oko 10 godina.

**Povrat investicije:** 6,3 godine

**Zarada:** 135 897 kn

**Profitabilnost:** 13,7 %

Cijena opreme i instalacije za fotonaponsku elektranu snage 10 kW iznosi oko 105 000 kn, uz naknadu za priključenje na HEP-ovu mrežu koja iznosi oko 15 000 kn. Rok povlaštene otkupne cijene koja iznosi 2,6290 kn/kWh, odnosno ugovor s HROTE-om traje 14 godina, a vijek trajanja solarnih panela je od 20 do 25 godina, što znači da investitor svoj novac može vratiti za 6,3 godine, a do kraja razdoblja zaraditi dodatnih 135 897 kn. Nakon isteka ugovora o povlaštenoj proizvodnji fotonaponska elektrana i dalje nastavlja s radom, ali se sad preporučuje koristiti za vlastite potrebe. Navedeni proračun vrijedi za instaliranje fotonaponske elektrane na krov građevine u središnjoj Hrvatskoj, što znači da bi u Dalmaciji i Istri gdje ima više sunčanih dana konačna zarada bila i veća (Večernji list, 2012.).

### **Prednosti fotonaponskih sustava:**

- Jednostavno, tj. minimalno održavanje.
- Energija je čista – fotonaponski sustavi ne zagađuju okoliš i pružaju jedno od najboljih rješenja za smanjenje štetnih emisija plinova i čestica.
- Proizvodnja je tiha.
- Jedna je od velikih prednosti Sunčeve energije sposobnost proizvodnje energije na udaljenim mjestima gdje ne postoji mogućnost priključenja na mrežu.
- Instalacija Sunčevih modula na udaljenim lokacijama mnogo je povoljnija sa stano-višta uštede novca nego zahtjevi da se instaliraju visokonaponski vodovi električne energije.
- Modularnost.

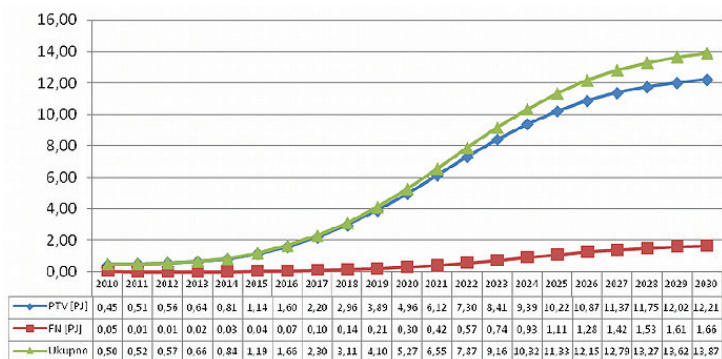
### Nedostaci fotonaponskih sustava:

- Početni su troškovi relativno visoki.
- Sunčeva se energija koristi samo za vrijeme dnevne svjetlosti, a potrošnja je većinom u kasnijim popodnevним satima. Da bi koristili Sunčevu energiju noću moramo imati spremnike energije.
- Vremenske prilike značajno utječu na količinu proizvedene energije.
- Proizvodnja modula značajno utječe na okoliš.
- Potrebna je velika površina za veću količinu energije.
- Zagađenje može utjecati na rad fotonaponskih panela jer se njihova efikasnost smanjuje povećanjem zagađenja, odnosno s povećanom količinom prljavštine koja pada na module.

## 5. ZAKLJUČAK

Problemi u proizvodnji električne energije pomoću fotonaponskih sustava su mala gustoća toka energije, oscilacije intenziteta zračenja tijekom dana, mjeseca i sezone te ovisnost o klimatskim uvjetima. Svi ti faktori u kombinaciji s malom učinkovitosti i faktorom snage rezultiraju visokim troškovima električne energije (Vidaković, 2013.). Postoji nekoliko rješenja kako bi se poduzetnicima mogle ostvariti dodatne uštede prilikom korištenja obnovljivih izvora energije. Jedno je od rješenja korištenje „viška“ energije proizvedene u proljetnim i ljetnim mjesecima kada je proizvodnja fotonaponske elektrane minimalna. Spremanjem energije u spremnike (baterije) te korištenjem u kasnijim mjesecima smanjilo bi troškove prilikom perioda povećane potrošnje. Osim navedenog, „višak“ energije moguće je prodavati lokalnom distributeru. Prodavanje energije koristan je posao u kojemu svi profitiraju. Prodavač energije ulaže u opremu i instalacije za fotonaponsku elektranu (može se sagraditi na krovu tvrtke ili prosječne obiteljske kuće) te naknadu za priključenje na distribucijsku mrežu.

**Slika 4. Predviđena dinamika rasta korištenja Sunčeve energije u Hrvatskoj do 2030. godine**



Izvor: <http://www.obnovljivi.com/energija-sunca/52-znacaj-i-vizija-energije-sunca-u-buducnosti?start=3>

## ECONOMIC ANALYSIS OF THE APPLICATION OF PHOTOVOLTAIC SYSTEM

M.B.A. Maristela Primorac

Sjenjak 21, 31 000 Osijek, Croatia

Mobile: 00385 98 9594887

E-mail: [maristela.primorac@gmail.com](mailto:maristela.primorac@gmail.com)

### ABSTRACT

*Wind, sun, water, biomass, geothermal sources – great potential of renewable energy sources – are completely free and inexhaustible. Electricity and thermal energy, which are necessary to man for the modern way of life and work, can be produced from these sources. During the process of producing electricity and thermal energy, environment does not become polluted. The Republic of Croatia, especially some of its parts, because of the high number of sunny days and favorable geographic location, have an extremely favorable natural conditions for the production of electricity from photovoltaic systems. Technically usable potential for photovoltaic and solar thermal systems is large, but unfortunately only partially used. Those systems are usually integrated into existing buildings without occupying usable plots. The Republic of Croatia announces the annual quota every year for the production of electricity from renewable sources, but this quota is insufficient and thus reduces investors' interest to enter into competition, because that kind of investment is not safe. Over the next years, it is expected that quotas will be increased, but beside that, an investment of distributors in existing infrastructure is necessary to improve the management of energy sources. Environmental pollution and emissions are reduced by using renewable energy sources.*

**Key words:** *renewable energy sources; photovoltaic systems; electricity and thermal energy*

## LITERATURA

1. Biočina, M. i Špoljar, M. (2012.). *Solarna revolucija*. Preuzeto s: <http://www.vecernji.hr/hrvatska/solarnu-elektranu-na-krov-stotine-tisuca-kuna-u-dzep-za-14-godina-405811> (13.02.2016.)
2. Krauter, S. C. W. (2006). *Solar Electric Power Generation – Photovoltaic Energy Systems*. Berlin: Springer.
3. Labudović, B. (2009). *Osnovne primjene fotonaponskih sustava*. Zagreb: Energetika marketing.
4. Majdandžić, Lj. (2010). *Solarni sustavi-Teorijske osnove*. Zagreb: Graphis.
5. Majdandžić, Lj. (2012). *Fotonaponski sustavi: priručnik*. Zagreb: Tehnička škola Rudžera Boškovića.
6. Solar Energy Materials & Solar Cells. An International Journal Devoted to Photovoltaic, Photothermal, and Photochemical Solar Energy Conversion. (2015).
7. Vidaković, B. (2013). *Fotonaponske elektrane, upute za projektiranje*. Zagreb.
8. Welling, R. M. (2013). *Solar Thermal Markets in Europe*. Preuzeto s: [www.estif.org](http://www.estif.org) – Solar Thermal Markets in Europe / Trends and Market Statistics 2012. (13.02.2016.)
9. Zelenko, I. *Značaj i vizija energije sunca u budućnosti – Hrvatska*. Preuzeto s: <http://www.obnovljivi.com/energija-sunca/52-znacaj-i-vizija-energije-sunca-u-buducnosti?start=3> (13.02.2016.)